

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-167487

⑮ Int. Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)6月15日

H 01 S 3/18
H 01 L 27/04

D 9170-4M
7514-4M

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全6頁)

⑭ 発明の名称 半導体装置

⑰ 特 願 平2-293916

⑱ 出 願 平2(1990)10月31日

⑲ 発 明 者 ジェイムズ・テイモテ 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合
イ・マロニ・サード 研究所内

⑳ 発 明 者 古 山 英 人 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合
研究所内

㉑ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

㉒ 代 理 人 弁 理 士 鈴 江 武 彦 外 3 名

明 細 書

1. 発明の名称

半 導 体 装 置

2. 特許請求の範囲

(1) 基板と、

この基板上に伝搬軸を一線上に並べて連続的に形成された、同種類で特性インピーダンスが異なる第1、第2の伝送線路を有するインピーダンス変換インターフェイスと、

このインターフェースの第1の伝送線路側に接続された信号源と、

前記インターフェースの第2の伝送線路側に接続されて前記信号源からの信号が供給される半導体素子と、

を備えたことを特徴とする半導体装置。

(2) 前記インピーダンス変換インターフェイスは、前記第1の伝送線路の特性インピーダンスが前記半導体素子のインピーダンスに近く、前記第2の伝送線路の特性インピーダンスが前記信号源のインピーダンスに近く設定され、かつ前記第1、

第2の伝送線路の長さが等しく設定されていることを特徴とする請求項1記載の半導体装置。

(3) 基板と、

この基板上に伝搬軸を一線上に並べて連続的に形成された、同種類で特性インピーダンスが異なる第1、第2の伝送線路からなるインピーダンス変換ステージを複数段有するインピーダンス変換インターフェイスと、

このインターフェースを介して信号源に接続される半導体素子と、

を備えたことを特徴とする半導体装置。

3. 発明の詳細な説明

[発明の目的]

(産業上の利用分野)

本発明は、個別の或いは集積化された半導体素子を含む電子的システムまたはオプトエレクトロニクス・システムを構成する半導体装置に関する。

(従来の技術)

従来の電子システムまたはオプトエレクトロ

ニクス・システムは、電氣的伝送線路により相互接続された電子デバイスまたはオプトエレクトロニクス・デバイスを含む。高周波でのシステム動作においては、電磁波伝搬の効果が重要な意味を持ってくる。しかしながら、既存のシステムでは電磁波伝搬の最適条件は確立されておらず、したがって、変調周波数の増大やバンド幅の低下といったシステム性能の低下が見られる。

原理的には、システム性能は、各々の伝送線路の特性インピーダンスがこれに接続されるデバイスのそれと等しくなるように選ぶことにより最適化される。しかし、これは実際には実現されない。多くのデバイスのインピーダンスが通常の伝送線路のそれと全く異なるからである。さらに、伝送線路のインピーダンス値は他のシステムパラメータ、例えば外部信号源の内部インピーダンス等によって決定される。

第4図に示される従来のオプトエレクトロニクス送信器について考える。インピーダンス $Z_{0,1}$ は、レーザダイオードのインピーダンスおよびこ

れを駆動伝送線路に接続するボンディングワイヤのインピーダンスをまとめた等価インピーダンスである。半導体レーザは絶縁性基板上に形成された特性インピーダンス $Z_{0,0}$ の伝送線路により直接駆動される。特性インピーダンス $Z_{0,0}$ のもう一つの伝送線路(入力信号線)は、送信器の入力信号源に接続されている。 $Z_{0,0}$ および $Z_{0,1}$ は、入力信号の二つの伝送線路の接続部での反射を防止するため同じ値に選ばれている。

半導体レーザのバルク抵抗は、伝送線路の特性インピーダンスより一桁小さい。さらに、ボンディングワイヤのインピーダンスは誘導性であり、周波数と共に増大するが、短いためその値は $Z_{0,0}$ に比べると小さい。それゆえ、 $Z_{0,1}$ は $Z_{0,0}$ と等しくなく、入力信号の一部は駆動伝送線路と半導体レーザの間の接続部で反射する。この反射は、実際に半導体ダイオードに分配される電力を制限し、さらに重要なことは反射した信号が入力信号線に沿って逆方向に伝搬して、送信器や外部信号源に繋がる他のデバイスに影響を与えることであ

る。

システム性能は、全てのシステム要素について特性インピーダンスの値を等しく選ぶことにより改善される。しかし、これは現実には、多くのシステム要素のインピーダンスが物理的パラメータや他のシステム上の要求からしばしば固定されるために、困難である。

(発明が解決しようとする課題)

以上のように従来の電子/オプトエレクトロニクス・ネットワークでは、高周波での電磁波伝搬の最適条件が確立されていなかった。その結果、バンド幅や変調周波数の低下といったシステム性能の劣化がある。

本発明は上記した点に鑑みなされたもので、システム要素間に所定のインピーダンス変換構造を導入することにより性能の最適化を達成した半導体装置を提供することを目的とする。

[発明の構成]

(課題を解決するための手段)

本発明は、半導体素子とこれに信号を供給す

る信号源の間に、これら半導体素子と信号源のインピーダンスの相違による反射を防止するインピーダンス変換インターフェイスを介在させる。インピーダンス変換インターフェイスは、基板上に伝搬軸を一直線上に揃えて連続的に形成された同種導体で特性インピーダンスが異なる第1、第2の伝送線路を有する。信号源に接続される第1の伝送線路は、半導体素子のインピーダンスに近い特性インピーダンスを持ち、半導体素子に接続される第2の伝送線路は信号源のインピーダンスに近い特性インピーダンスを持つものとする。

(作用)

特性インピーダンスの異なる二つの伝送線路からなるインピーダンス変換インターフェイスは、信号源に接続される第1の伝送線路のインピーダンスを半導体素子のインピーダンスに等しく設定し、半導体素子に接続される第2の伝送線路の特性インピーダンスを信号源のインピーダンスに等しく設定し、かつこれら第1、第2の伝送線路の長さを等しくしたとき、半導体素子と信号源との

間で、一の周波数でのインピーダンス整合が可能となる。この周波数では反射なしに電磁波の形で電気信号の伝搬が可能になる。

(実施例)

第1図は本発明をオプトエレクトロニクス送信器に適用した実施例の構成である。図に示すようにこの実施例では、信号源1からの高周波信号を半導体レーザ2に供給する場合のインピーダンス変換構造を示している。インピーダンス変換インターフェイス3は、絶縁性基板4に形成された、特性インピーダンスが異なる、同様のかつ同じ長さの第1、第2の二つの伝送線路10、20により構成される。すなわちこの実施例では、絶縁性基板4上に、一線上に描えられて連続的に、幅の異なるストリップ導体51と52が形成されている。絶縁性基板4の裏面には地導体6が形成されており、これらストリップ導体51、52の部分は、それぞれ特性インピーダンスの異なるマイクロストリップライン構造の伝送線路10、20を構成している。信号源1と半導体レーザ2は互

に異なるインピーダンスを持っている。第2の伝送線路20の端部はボンディングワイヤ7により半導体レーザ2に接続され、第1の伝送線路10には信号源1(入力信号線を含む)が接続されている。そして第1、第2の伝送線路10、20は、第1の伝送線路10の特性インピーダンスが半導体レーザダイオード2のインピーダンスと同じ値を持ち、第2の伝送線路20の特性インピーダンスが信号源1のインピーダンスと同じ値を持つように、ディメンジョンが設定されている。

このような構成とすれば、インピーダンス変換インターフェイス3の働きによって、信号源1と半導体素子2との間の高周波信号伝搬はある特定の周波数において全く反射のないものとなる。このことを以下により具体的に説明する。

信号源1と半導体レーザ2の間の電磁波伝搬は、第2図の等価回路で表される。第1の伝送線路10の特性インピーダンスは Z_{10} であり、半導体レーザ2のインピーダンス Z_2 は、 $Z_2 = Z_{10}$ である。第2の伝送線路20の特性インピーダンス

は Z_{20} であり、信号源1のインピーダンス Z_1 は、 $Z_1 = Z_{20}$ である。第1、第2の伝送線路10、20の長さはそれぞれ、 L_{10} 、 L_{20} とする。

半導体素子2のインピーダンスすなわち Z_2 は、伝送線路20の負荷インピーダンスである。整合をとるためには、 $x = L_{10} + L_{20}$ の点で伝送線路10を見込む入力インピーダンス Z_{10} が、 Z_{20} に等しくなければならない。そのために必要な L_{10} 、 L_{20} の値は、 $x = 0$ でのインピーダンス値 Z_{10} を、 $x = L_{10} + L_{20}$ の点に変換したときに Z_{20} になる条件から見出される。

すなわち、 $x = L_{20}$ および $x = L_{10} + L_{20}$ でのインピーダンスはそれぞれ、電磁波伝搬の位相定数を β として、次のように表される。

$$Z(L_{20}) = Z_{20} \frac{Z_{10} + j Z_{20} \tan \beta L_{20}}{Z_{20} + j Z_{10} \tan \beta L_{20}} \quad \dots (1)$$

$$Z(L_{10} + L_{20})$$

$$= Z_{10} \frac{Z(L_{20}) + j Z_{10} \tan \beta L_{10}}{Z_{10} + j Z(L_{20}) \tan \beta L_{10}} = Z_{20} \quad \dots (2)$$

(2)式は次のように書き替えることができる。

$$Z_{20} = Z_{20} \cdot$$

$$\frac{Z_{10} - \frac{Z_{10}^2}{Z_{20}} \tan \beta L_{20} \tan \beta L_{10} + j(Z_{20} \tan \beta L_{20} + Z_{10} \tan \beta L_{10})}{Z_{20} - \frac{Z_{20}^2}{Z_{10}} \tan \beta L_{20} \tan \beta L_{10} + j(Z_{10} \tan \beta L_{20} + Z_{20} \tan \beta L_{10})} \quad \dots (3)$$

(3)式の両辺は、右辺の分数部分が1であれば等しい。これは、分子と分母の実数部と虚数部が互いに等しい場合に成り立つ。すなわち、

$$Z_{10} = \frac{Z_{20}^2}{Z_{10}} \tan \beta L_{20} \tan \beta L_{10}$$

$$= Z_{20} = \frac{Z_{20}^2}{Z_{10}} \tan \beta L_{20} \tan \beta L_{10} \quad \dots (4)$$

$$Z_{20} \tan \beta L_{20} + Z_{10} \tan \beta L_{10}$$

$$= Z_{10} \tan \beta L_{20} + Z_{20} \tan \beta L_{10} \quad \dots (5)$$

(5) 式から、長さ L_{10} と L_{20} は等しく、次の式で与えられる。

$$L_{10} = L_{20} = L$$

$$= \frac{V_{ph}}{2\pi f} \operatorname{atan} \sqrt{\frac{Z_{10}/Z_{20}[1-(Z_{10}/Z_{20})]}{1-(Z_{10}/Z_{20})^2}} \quad \dots (6)$$

ここで、 V_{ph} は位相速度である。(6) 式は、周波数 f で整合する L の値である。

以上のように、二つの伝送線路 10 と 20 の長さ L_{10} と L_{20} を等しく、かつそれらの特性インピーダンスをそれぞれ半導体素子 2、信号線 1 のインピーダンスと等しく設定すれば、このシステムは周波数 f で完全にインピーダンス整合がとれる。

表-1 から明らかなように、必要な長さは、 Z_{10}/Z_{20} の如何なる値に対しても 0.10 λ より小さい。したがって、この実施例のインピーダンス変換インターフェイスは極めてコンパクトに形成できる。

本発明におけるインピーダンス変換構造は、一つの周波数でのみ理想的な整合を可能とする。理想的な整合がとれる周波数 f 以外の周波数では、二つの伝送線路の間の急峻な接合部で整合がとれず、幾らかの反射が生じる。この場合反射信号強度は、 f からのずれに対応して増大し、二つの波の間の不整合の度合いが増大する。しかし、実際のシステムでしばしば要求されるのは、単一の周波数での反射ゼロではなく、与えられた周波数範囲で反射信号強度が許容される値より小さいという、比較的広帯域での部分的整合である。

本発明におけるインピーダンス変換インターフェイスは、従来の整合構造と異なり、広帯域の部分的整合もとれる。特に次に説明するような段階的な複数段のインピーダンス変換構造の採用によ

実際の伝送線路の任意の周波数での電気長 βL は次のように書かれる。

$$\beta L = \frac{f}{f_0} \operatorname{atan} \sqrt{\frac{Z_{10}/Z_{20}[1-(Z_{10}/Z_{20})]}{1-(Z_{10}/Z_{20})^2}} \quad \dots (7)$$

この式を用いて、整合に必要な長さ L/λ (λ は整合周波数 f_0 に対応する波長) は、 Z_{10}/Z_{20} の関数として計算される。これを表-1 に示す。

表-1.

Z_{10}/Z_{20}	L/λ_0
0.01	0.016
0.10	0.046
0.20	0.061
0.50	0.078
0.90	0.083
2.00	0.078
5.00	0.061
10.00	0.046
100.00	0.016

り、広帯域での部分的整合に特に好適となる。

すなわち、上記実施例で説明したような特性インピーダンスの異なる二つの伝送線路の組を 1 ステージとして、それぞれの特性インピーダンスを選びながら複数ステージ接続する。この様に複数ステージでインピーダンス変換インターフェイスを構成してインピーダンスが段階的に変換されるようにすると、より広帯域のインピーダンス変換ができる。何故なら、理想的な整合がとれる周波数 f 以外の周波数において、各々のステージ間の伝送線路の接合部での反射が互いに他のステージの接続部での反射により相殺されるからである。

具体的に半導体レーザとマイクロストリップ或いは他のタイプの入力信号伝送線路との間の部分的整合を考えてみる。半導体レーザはバルク抵抗 5Ω のディスクリット素子とし、入力信号伝送線路の特性インピーダンスは 50Ω とする。式(7)から、 βL の、理想的な整合にとって値 βL からの変化は、周波数の変化に比例することが導かれる。部分的整合のバンド幅を最大にするには、

1. は要求されるバンドの中間点に選択すればよい。

第3図は、インピーダンス5Ωの半導体レーザーLDに特性インピーダンス50Ωの入力信号伝送線路(信号源)から信号を供給する場合のインピーダンス変換インターフェイスを、1ステージのみとした場合(上記実施例と同じ)、2ステージとした場合、および4ステージとした場合の構成を模式的に示している。各ステージを構成する伝送線路の特性インピーダンスの値が図の中に記載されている。これらのインピーダンス変換インターフェイスの入力インピーダンスは、式(7)を用いて計算される。それらの-10dBバンド幅BW(反射信号電力が入力信号電力の10%またはそれ以下であるようなバンド幅)を表-2に示した。

表-2

ステージ数	バンド幅BW	BW/1ステージBW
1	0.225 f.	1.00
2	0.550 f.	2.22
4	0.775 f.	3.44

表-2から明らかなように、1ステージのみのインターフェイスでのバンド幅に対して、4ステージのインターフェイスの場合のバンド幅は、およそ350%になっている。例えば、 $f_c = 10$ GHzとすれば、1ステージの場合で8.875~11.125 GHz($BW = 7.75$ GHz)、4ステージの場合で6.125~13.875 GHz($BW = 7.75$ GHz)と改善される。

本発明は、上記実施例に限られるものではない。実施例では、半導体レーザーを用いたオプトエレクトロニクス送信器を構成する場合を考えたが、これ以外に高周波で動作する各種半導体装置に本発明を適用することができる。また実施例では、半導体素子とこれに信号を供給する信号源との間の

インピーダンス変換という形で説明したが、例えば、集積回路等で二つの半導体素子間の信号伝搬を扱う場合も、必ず一方の素子は他方の素子に対する信号源としてとらえることができるから、本発明を適用することができる。

また実施例では、伝送線路としてマイクロストリップラインを用いたが、コプラナガイド、コプラナストリップライン等他の形式の伝送線路を用いても本発明は有効である。伝送線路を構成する基板として絶縁性基板の他、半導体基板を用いる事もできる。さらに、インピーダンス変換インターフェイスとともに、これを介して接続される半導体素子および信号源が同じ基板上に形成されてもよいし、インターフェイスのみ独立の基板に形成されてもよい。

【発明の効果】

以上説明したように本発明による半導体装置では、新しいインピーダンス変換インターフェイスの導入により高周波電気信号伝搬に対する広帯域での整合が可能となり、各種電子/オプトエレクトロニクス・デバイスの高周波システムの性能の最適化を図ることができる。しかも、インピーダンス変換インターフェイスは極めてコンパクトに構成することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例のオプトエレクトロニクス送信器を示す図、

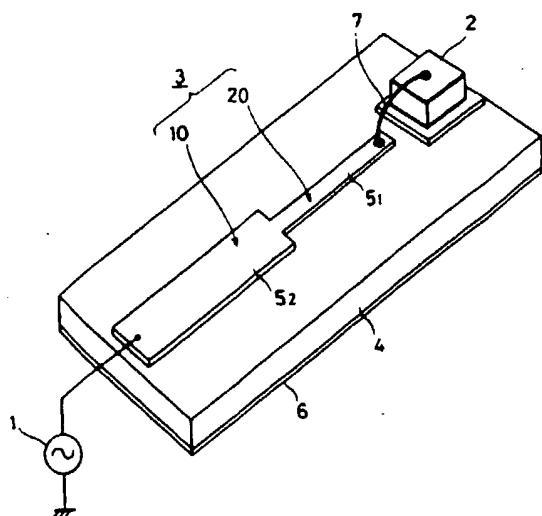
第2図はその等価回路図、

第3図は本発明におけるインピーダンス変換インターフェイスの複数の構成例を模式的に示す図、

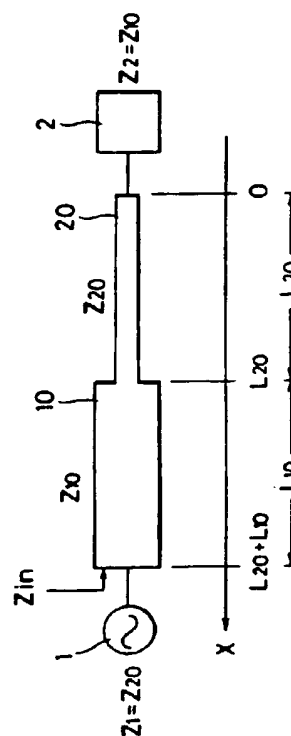
第4図は従来のオプトエレクトロニクス送信器の等価回路図である。

1…信号源、2…半導体レーザーダイオード、3…インピーダンス変換インターフェイス、4…絶縁性基板、51、52…ストリップ導体、6…地導体、7…ボンディングワイヤ、10…第1の伝送線路、20…第2の伝送線路。

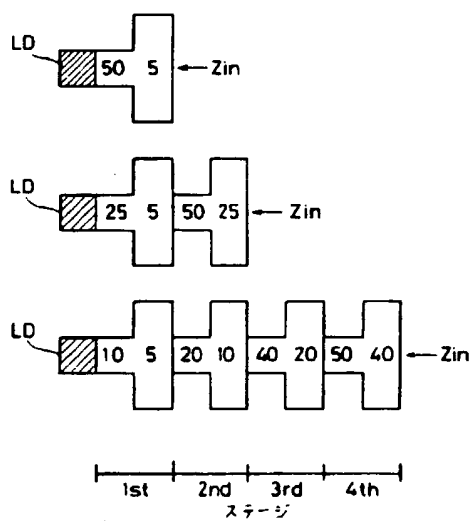
出願人代理人 井理士 鈴江武彦



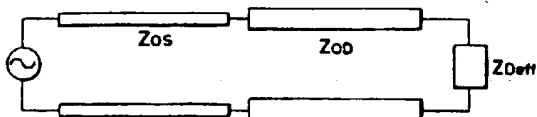
第一回



第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖

© EPODOC / EPO

PN - JP4167487 A 19920615
PD - 1992-06-15
PR - JP19900293916 19901031
OPD - 1990-10-31
TI - SEMICONDUCTOR DEVICE
IN - JIEIMUZU TEIMOTEI MARONI SAADO; URUYAMA HIDETO
PA - TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO
IC - H01L27/04 ; H01S3/18

© WPI / DERWENT

TI - Semiconductor device composing optoelectronics system - has impedance conversion interface having transmission lines, signal source connected to transmission line and semiconductor element
NoAbstract

PR - JP19900293916 19901031
PN - JP4167487 A 19920615 DW199230 H01S3/18 006pp
PA - (TOKE) TOSHIBA KK
IC - H01L27/04 ; H01S3/18
OPD - 1990-10-31
AN - 1992-246755 [30]

© PAJ / JPO

PN - JP4167487 A 19920615
PD - 1992-06-15
AP - JP19900293916 19901031
IN - JIEIMUZU TEIMOTEI MARONI SAADO; other 1
PA - TOSHIBA CORP
TI - SEMICONDUCTOR DEVICE
AB - PURPOSE: To achieve impedance matching at a single frequency between system elements and enable an electrical signal to be propagated in a form of electromagnetic wave without any reflection by introducing a specific impedance conversion structure between the system elements.
- CONSTITUTION: An impedance conversion interface 3 for preventing reflection due to difference in impedance between a semiconductor laser diode 2 and a signal source 1 is included between a semiconductor element, for example, the semiconductor diode 2 and the signal source 1 which supplies signal to it. The impedance conversion interface 3 has two same type of

none

none

none

transmission paths 10 and 20 with difference characteristic impedance which are formed continuously after aligning a propagation axis in a straight line on an insulation substrate 4. Then, the transmission path 10 which is connected to the signal source 1 has a characteristic impedance which is close to the impedance of the semiconductor laser diode 2, while the transmission line 20 which is connected to the semiconductor laser diode 2 has a characteristic impedance which is close to the signal source 1. The transmission paths 10 and 20 are formed by, for example, strip conductors 51 and 52 with the same length and different width.

I - H01S3/18 ;H01L27/04

none

none

none

